

## 明 細 書

## 瞳孔検出装置および虹彩認証装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、個人認証等に用いられる虹彩認証装置に関し、特に目画像(目を含む画像)の中から瞳孔の位置を検出する瞳孔検出装置に関する。

## 背景技術

- [0002] 近年、目画像の中から瞳孔の位置を検出する様々な方法が提案されている。たとえば、目画像の画像データ(以下、「目画像データ」と略記する)を2値化し、低輝度領域の中の円形の領域を検出する方法が知られている。また、半径が $r$ であり、中心座標が $(x_0, y_0)$ である円の弧に対して画像強度 $I(x, y)$ の周回積分を計算し、半径 $r$ が増加するにしたがって $r$ に関するこの量の部分的な導関数を計算する方法等が知られている。前述の従来構成は、例えば、特表平8-504979号に開示されている。
- [0003] これらの方法を用いて、精度よく瞳孔を検出するためには、膨大な画像データを高速に処理する必要があり、処理能力の高い大きなCPUや大容量メモリを用いても、現状では、目画像の画像データをリアルタイムで処理することが困難であり得る。また、画像データを、リアルタイムで処理できる程度に、CPUの処理量を減らすと、検出精度が低下する等の課題があり得る。

## 発明の開示

- [0004] 本発明は、高速に、かつ精度よく、瞳孔位置の検出が可能な瞳孔検出装置および虹彩認証装置を提供する。
- [0005] 本発明の瞳孔検出装置は、画像データ抽出部と、周回積分部と、瞳孔半径検出部と、瞳孔位置検出部とを備える。画像データ抽出部は、複数の円をそれぞれ積分円として目画像上に設定し積分円の円周上に位置する目画像の画像データを抽出する。周回積分部は、画像データ抽出部が抽出した画像データを積分円のそれぞれの円周に沿って積分する。瞳孔半径検出部は、周回積分部の積分値が、積分円の半径に対して、ステップ状に変化したことを検出する。瞳孔位置検出部は、瞳孔半径検

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

出部が、ステップ状の変化を検出した場合に、その積分円の中心座標を、瞳孔位置座標として検出する。そして、複数の円は同心円状に設定され、画像データ抽出部は、複数の画像データを同時に抽出する。

### 図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は本発明の実施例における瞳孔検出装置を用いた虹彩認証装置の回路ブロック図である。

[図2]図2は本発明の実施例における瞳孔検出装置を用いた虹彩認証装置の動作を示すフローチャートである。

[図3A]図3Aは瞳孔を含む画像の一例を示す図である。

[図3B]図3Bは積分円の半径に対する積分値を示す図である。

[図3C]図3Cは積分値を積分円の半径で微分した値を示す図である。

[図3D]図3Dは目画像上を移動する積分円を示す図である。

[図4]図4は本発明の実施例における瞳孔検出装置の回路ブロック図である。

[図5]図5は本発明の実施例における画像データ抽出部の回路図である。

[図6]図6は本発明の実施例における瞳孔検出装置の目画像1フレーム分の動作を示すフローチャートである。

### 符号の説明

- [0007]
- 100 虹彩認証装置
  - 120 撮像部
  - 130 照明部
  - 140 認証処理部
  - 200 瞳孔検出装置
  - 220 画像データ抽出部
  - 230 周回積分部
  - 250 瞳孔半径検出部
  - 260 ポインタ部
  - 280 瞳孔位置検出部

発明を実施するための最良の形態

- [0008] 本発明の瞳孔検出装置は、画像データ抽出部と、周回積分部と、瞳孔半径検出部と、瞳孔位置検出部とを備えている。画像データ抽出部は、複数の円をそれぞれ積分円として、目画像上に設定し、積分円の円周上に位置する目画像の画像データを抽出する。周回積分部は、画像データ抽出部が抽出した画像データを、積分円のそれぞれの円周に沿って積分する。
- [0009] 瞳孔半径検出部は、周回積分部の積分値が、積分円の半径に対して、ステップ状に変化したことを検出する。瞳孔位置検出部は、瞳孔半径検出部がステップ状の変化を検出した場合に、その積分円の中心座標を、瞳孔位置座標として検出する。そして、複数の円は同心円状に設定され、画像データ抽出部は、複数個の画像データを同時に抽出する。この構成により、高速に、かつ精度よく、瞳孔位置の検出が可能である。
- [0010] また、本発明の瞳孔検出装置の瞳孔半径検出部は、同心円状の複数の積分円のうち、半径の最も近い2つの積分円の積分値の差分値が、所定の閾値より大きい場合に、積分値が、積分円の半径に対して、ステップ状に変化したとみなす構成が望ましい。これにより、比較的小規模な回路を用いて、瞳孔半径検出部を構成することが可能となる。
- [0011] また、本発明の瞳孔検出装置における所定の閾値は、積分円が虹彩上にある場合の積分値と、積分円が瞳孔上にある場合の積分値との差の、 $1/4$ 倍～1倍の範囲に設定されていることが望ましい。これにより、瞳孔を正しく検出する確率を上げることができる。
- [0012] また、本発明の瞳孔検出装置の画像データ抽出部における部分フレームメモリは、ファーストインーファーストアウト(FIFO)型のラインメモリを複数本つなぎ合わせた構成が望ましい。さらに、同心円状の複数の積分円のそれぞれの円周上の画素に対応する画像データを引出すための引出し線を設けた構成が望ましい。これにより、比較的小規模な回路を用いて、画像データ抽出部を構成することが可能となる。
- [0013] また、本発明の瞳孔検出装置は、積分円の中心座標を示すポインタ部を備え、そのポインタ部は、部分フレームメモリへ画像データを取り込む周期と同期したクロックをカウントするカウンタを備えた構成が望ましい。これにより、比較的小規模な回路を

用いて、ポインタ部を構成することが可能となる。

[0014] また、本発明の瞳孔検出装置の周回積分部は、画像データ抽出部が抽出した画像データを、積分円のそれぞれの円周に沿って加算する、複数の加算器を有することが望ましい。これにより、比較的小規模な回路を用いて周回積分部を構成することが可能となる。

[0015] また、本発明の瞳孔検出装置の瞳孔半径検出部は、差分器(減算器とも記す)と、比較器(コンパレータとも記す)と、レジスタとを備えた構成が望ましい。差分器は、同心円状の複数の積分円のうち、半径の最も近い2つの積分円の積分値の差分値を計算する。比較器は、差分器から出力される差分値と、所定の閾値とを比較する。レジスタは、差分値が所定の閾値より大きい場合の積分円の半径を、瞳孔半径として保持する。これにより、比較的小規模な回路を用いて、瞳孔半径検出部を構成することが可能となる。

[0016] また、本発明の瞳孔検出装置の瞳孔位置検出部は、瞳孔半径検出部が、積分円の半径を、瞳孔半径として検出した場合、その積分円の中心座標を示すポインタ部のカウンタ出力を、瞳孔位置座標として保持するレジスタを備えた構成が望ましい。これにより、比較的小規模な回路を用いて、瞳孔位置検出部を構成することが可能となる。

[0017] また、本発明の虹彩認証装置は、本発明の瞳孔検出装置を備えたことを特徴とする。この構成によって、高速に、かつ精度よく、瞳孔位置の検出が可能な瞳孔検出装置を搭載した虹彩認証装置を提供することができる。

[0018] 以下、本発明の実施例における瞳孔検出装置を用いた虹彩認証装置について、図面を用いて説明する。

[0019] (実施例)

図1は、本発明の実施例における瞳孔検出装置200を用いた虹彩認証装置100の回路ブロック図である。図1は、瞳孔検出装置200に加えて、虹彩認証装置100を構成するために必要な撮像部120、照明部130、認証処理部140も示している。

[0020] 虹彩認証装置100は、撮像部120と、瞳孔検出装置200と、認証処理部140と、照明部130とを備えている。撮像部120は、使用者の目画像を撮像する。瞳孔検出装



置200は、目画像の中から、瞳孔位置とその半径とを検出する。認証処理部140は、目画像から得られた虹彩コードを、登録されている虹彩コードと比較して個人認証を行う。照明部130は、目画像取得に適した光量の近赤外線を照射し、使用者の目と、その周辺部分を照明する。

[0021] 撮像部120は、誘導ミラー121、可視光カットフィルタ122、レンズ123、撮像素子124および前処理部125を有する。本発明の実施例においては、レンズ123として、固定焦点レンズを用いることにより、光学系の小型、軽量化と低コスト化を実現している。誘導ミラー121は、使用者が自らの目を映すことにより、目を正しい撮像位置へ誘導する。

[0022] そして、使用者の目は、可視光カットフィルタ122およびレンズ123を通して、撮像素子124で撮像される。前処理部125は、撮像素子124の出力信号から画像データ成分を取り出し、ゲイン調整等画像データとして必要な処理を行った上で、使用者の目画像データとして出力する。

[0023] 瞳孔検出装置200は、画像データ抽出部220、周回積分部230、瞳孔半径検出部250、ポインタ部260、瞳孔位置検出部280を備えている。詳細は後述するが、この構成によって、前処理部125から出力された目画像データの中から瞳孔を検出し、瞳孔中心座標とその半径とを認証処理部140へ出力する。

[0024] 認証処理部140は、瞳孔検出装置200から出力された瞳孔の中心座標に基づき、目画像データの中から、虹彩画像を切り出す。そして、虹彩画像を、虹彩の模様を示す固有の虹彩コードに変換し、登録されている虹彩コードと比較することによって、認証動作を実行する。

[0025] 図2は、本発明の実施例における瞳孔検出装置200を用いた虹彩認証装置100の動作を示すフローチャートである。まず、使用者が虹彩認証装置100の前に立つ等により、認証動作を開始させる(S11)。すると、撮像部120が、使用者の目画像を撮像する(S12)。前処理部125は、取得した目画像のフォーカス、輝度、コントラスト等の画質が、適切であるかを判定する。そして、適切でない場合には、照明制御や使用者に対する指示等必要な処理を行い、再度目画像を取り込む(S13)。

[0026] 取得した目画像が適切な場合は、瞳孔検出装置200が、瞳孔位置とその半径とを

検出する。そして、瞳孔の中心座標とその半径とを、認証処理部140へ出力する(S20)。瞳孔が検出されると、認証処理部140は、瞳孔の中心座標に基づき、目画像データの中から、虹彩画像を切り出す(S41)。そして、虹彩画像を、虹彩の模様を示す固有の虹彩コードに変換し(S42)、登録されている虹彩コードと比較することによって、認証動作を実行する(S43)。

[0027] 次に、瞳孔検出装置200の構成と、その動作について、詳細に説明する。図3A～図3Dは、瞳孔検出装置200の瞳孔検出方法を説明するための図である。図3Aは、瞳孔を含む画像の一例を示す図である。図3Bは、積分円の半径に対する積分値を示す図である。図3Cは、積分値を積分円の半径で微分した値を示す図である。図3Dは、目画像上を移動する積分円を示す図である。

[0028] 瞳孔を含む画像の中には、図3Aに示すように、瞳孔を示す円盤状の低輝度領域と、その外側に、虹彩を示す円環状の中輝度領域とが存在する。したがって、瞳孔中心の位置座標( $X_o$ ,  $Y_o$ )を中心として、半径 $R$ の積分円 $C$ の円周に沿って、画像データを周回積分すると、図3Bに示すように、積分値 $I$ は、瞳孔半径 $R_o$ を境として、ステップ状に変化することになる。そこで、図3Cに示すように、積分値 $I$ を半径 $R$ で微分した値 $dI/dR$ が、所定の閾値(以下、「差分閾値」と記す)  $\Delta I_{th}$ を超えときの積分円の半径を求めることにより、瞳孔半径 $R_o$ を知ることができる。

[0029] 瞳孔検出装置200は、以上の考え方に基づき、瞳孔の位置座標( $X_o$ ,  $Y_o$ )と瞳孔半径 $R_o$ とを検出する。まず、図3Dに示すように、中心座標が等しく半径の異なる $n$ 個の積分円 $C_1 \sim C_n$ を、目画像上に想定し、各々の積分円 $C_i$  ( $i=1 \sim n$ )に対して、その円周上に位置する画像データを積分する。現実的には、各々の積分円 $C_i$ の円周上に位置する画素の画像データの平均値を計算する。あるいは、円周上に位置する画素の中から、一定数( $m$ 個)の画素を選んで、その画像データを加算する。

[0030] 本発明の実施例においては、同心円状の積分円の数 $n$ を20とし、各積分円 $C_i$ の円周上に位置する画素の中から $m=8$ 画素を選んで、その画像データを加算し、周回積分の積分値 $I$ とした。積分円 $C_1 \sim C_n$ の中心が、瞳孔中心と一致している場合には、上述したように、各積分円 $C_i$ に対する積分値 $I_i$ が、ステップ状に変化する。したがって、積分値 $I_i$ の半径 $R$ に対する差分値 $\Delta I_i$ を求めると、瞳孔半径 $R_o$ に等しいところで、

大きな極大値  $\Delta I$ を示すことになる。

- [0031] 一方、積分円  $C_1 \sim C_n$  の中心が、瞳孔中心に一致しない場合は、積分値  $I_i$  は、緩やかに変化するので、その差分値  $\Delta I_i$  は、大きな値を示さない。したがって、差分値  $\Delta I_i$  が差分閾値  $\Delta I_{th}$  よりも大きな値を示す積分円  $C_i$  を求めることで、瞳孔の位置とその半径とを求めることができる。
- [0032] そして、目画像上の各位置に、積分円  $C_1 \sim C_n$  を移動させて、上述の動作を繰り返す。こうして、差分値  $\Delta I_i$  が、大きな値を示すときの積分円  $C_i$  の中心座標  $(X, Y)$  と、そのときの半径  $R$  とを求めることにより、瞳孔の位置座標  $(X_o, Y_o)$  と瞳孔半径  $R_o$  とを求めることができる。
- [0033] なお、256階調の画像信号の場合、瞳孔の平均輝度が40階調程度、虹彩の平均輝度が100階調程度となる。よって、積分円が瞳孔上にある場合の積分値  $I$  は、およそ  $40 \times 8 = 320$  であり、積分円が虹彩上にある場合の積分値  $I$  は、およそ  $100 \times 8 = 800$  である。そこで、差分閾値  $\Delta I_{th}$  としては、その差の1倍である480から、 $1/4$ 倍である120の範囲内で設定するとよい。
- [0034] ただし、差分閾値  $\Delta I_{th}$  が小さすぎると、瞳孔以外のものを誤検出する確率が増え、逆に、大きすぎると、瞳孔を検出できなくなる可能性が大きくなる。したがって、実験的に最適値を求め、差分閾値  $\Delta I_{th}$  を設定することが望ましい。本発明の実施例においては、瞳孔の平均輝度の積分値と虹彩の平均輝度の積分値との差の  $2/3$  に、差分閾値  $\Delta I_{th}$  を設定している。
- [0035] 図4は、本発明の実施例における瞳孔検出装置200の回路ブロック図である。瞳孔検出装置200は、画像データ抽出部220と、周回積分部230と、瞳孔半径検出部250と、ポインタ部260と、瞳孔位置検出部280とを備えている。画像データ抽出部220は、目画像上に積分円  $C_1 \sim C_n$  を設定し、各積分円  $C_i$  の円周上の画像データを抽出する。周回積分部230は、抽出された画像データを積分円  $C_i$  毎に周回積分する。
- [0036] 瞳孔半径検出部250は、積分値  $I_i$  の半径  $R_i$  に対する差分値  $\Delta I_i$  を求め、それらと差分閾値  $\Delta I_{th}$  とを比較する。そして、差分閾値  $\Delta I_{th}$  よりも大きい差分値を示す場合の積分円の半径を求めることにより、同心円状の積分円の積分値が、ステップ状に変化する積分円の半径を検出する。ポインタ部260は、積分円  $C_1 \sim C_n$  の中心座標  $(X, Y)$



)を示す。瞳孔位置検出部280は、差分値 $\Delta I_i$ が差分閾値 $\Delta I_{th}$ より大きくなった場合の積分円の中心座標を保持する。

[0037] 図5は、画像データ抽出部220の回路図である。あわせて、図5には、1つの積分円 $C_i$ と、それに対応する加算器230<sub>i</sub>も示している。画像データ抽出部220は、部分フレームメモリ210と、そこから画像データを引出すための引出し線 $L_i$ とから構成されている。画像データ抽出部220は、複数個の画像データを、積分円毎にまとめて、同時に抽出し出力する。部分フレームメモリ210は、ファーストインーファーストアウト(FIFO型)のラインメモリ215を、複数個直列に接続したものである。

[0038] そして、引出し線 $L_i$ によって、画像上で、積分円 $C_i$ に対応する $m$ 個の画素から、画像データを引出している。なお、図を見やすくするため、図5には、1つの積分円 $C_i$ と、その円周上にある4個の画素データを引出す引出し線 $L_i$ のみを示した。しかし、本発明の実施例においては、20個の積分円 $C_1 \sim C_{20}$ から、各々8個ずつデータの引出し線が引出されている。

[0039] そして、部分フレームメモリ210に1画素ずつ画像データsigを入力する毎に、部分フレームメモリ210に保持されている画像全体が、1画素ずつシフトする。よって、引出し線 $L_i$ から引出される画像データも、1画素ずつシフトすることになる。すなわち、部分フレームメモリ210に、画像データsigを1画素分入力すると、目画像上では積分円 $C_1 \sim C_n$ が、右に1画素分移動する。そして、1ライン分の画像データsigを入力すると、目画像上では、積分円 $C_1 \sim C_n$ が1ライン分下へ移動する。

[0040] こうして、1フレーム分の画像データが、部分フレームメモリ210に入力する間に、目画像上では、積分円 $C_1 \sim C_n$ が、目画像全体を走査することになる。したがって、ポイント部260は、部分フレームメモリ210へ画像データを取り込む周期と同期したクロックを、カウントすることにより、Xカウンタ262およびYカウンタ264の出力によって、積分円の中心座標(X, Y)が示される。

[0041] 図4に示すように、周回積分部230は、積分円 $C_1 \sim C_n$ の各々に対して独立な加算器230<sub>1</sub>～230<sub>n</sub>を備える。そして、各積分円 $C_i$ の円周上に位置する $m$ 個の画像データを加算し、各々の加算結果を、積分値 $I_i$ として、瞳孔半径検出部250へ出力する。

[0042] 瞳孔半径検出部250は、 $n-1$ 個の減算器252<sub>1</sub>～252<sub>n-1</sub>、セレクトア253、コンパレ

ータ254、レジスタ255を備えている。減算器252<sub>1</sub>～252<sub>n-1</sub>は、各積分円C<sub>i</sub>に対する積分値I<sub>i</sub>の半径Rに対する差分を求める。すなわち、積分円C<sub>1</sub>～C<sub>n</sub>のうち、半径の1つ違う円C<sub>i</sub>とC<sub>i-1</sub>とに対する積分値I<sub>i</sub>とI<sub>i-1</sub>との差分値 $\Delta I_i$ を求める。

[0043] そして、セクタ253を介して、順次、コンパレータ254で、差分閾値 $\Delta I_{th}$ と比較される。差分値 $\Delta I_i$ が、差分閾値 $\Delta I_{th}$ よりも大きい場合には、レジスタ255は、その場合の、積分円の半径を保持する。なお、差分値 $\Delta I_i$ が、差分閾値 $\Delta I_{th}$ よりも大きい場合に、このときの差分値 $\Delta I_i$ を保持するレジスタ259を設けてもよく、図4にはレジスタ259を破線で示している。

[0044] 瞳孔位置検出部280は、レジスタ286、287を備えており、瞳孔半径検出部250で瞳孔を検出したときの、Xカウンタ262およびYカウンタ264の値を、レジスタ286、287に保持する。

[0045] 次に、瞳孔検出装置200の動作について、フローチャートを用いて説明する。以下の説明では、目画像データが順次走査データであり、1フレームが、たとえば、480ライン×640ピクセルのデジタルデータで構成されているものとする。図6は、本発明の実施例における瞳孔検出装置200の目画像1フレーム分の動作を示すフローチャートである。

[0046] まず、瞳孔検出装置200は、1画素分の画像データsigを取り込む(S51)。取り込んだ画像データが、1フレームの先頭のデータであれば(S52)、Yカウンタ264をリセットするとともに、瞳孔半径検出部250のレジスタ255、瞳孔位置検出部280のレジスタ286、287をリセットする(S53)。取り込んだデータが、1ラインの先頭のデータであれば(S54)、Xカウンタ262をリセットし、Yカウンタ264をインクリメントする(S55)。そして、Xカウンタ262をインクリメントする(S56)。

[0047] 次に、取り込んだ画像データを、部分フレームメモリ210に取り込む。すると、目画像上で、n個の積分円C<sub>1</sub>～C<sub>n</sub>に対応する画素のうち、各々の積分円C<sub>i</sub>から、m個ずつ、合計でn×m個の画像データが引出される。そして、各積分円C<sub>i</sub>に対応する加算器230<sub>i</sub>は、それぞれ画像データの積分値I<sub>i</sub>を算出し、瞳孔半径検出部250は、それぞれの積分値I<sub>i</sub>の差分値 $\Delta I_i$ を計算する(S57)。

[0048] そして、差分値 $\Delta I_i$ と差分閾値 $\Delta I_{th}$ とを比較する(S58)。差分値 $\Delta I_i$ が差分閾値

$\Delta I_{th}$ よりも大きい場合には、瞳孔が検出されたものとみなし、そのときの積分円の半径を、瞳孔半径 $R_o$ として保持する。同時に、瞳孔位置検出部280は、積分円の中心座標を、瞳孔位置座標( $X_o$ ,  $Y_o$ )として保持する(S59)。差分値 $\Delta I_i$ が差分閾値 $\Delta I_{th}$ 以下の場合には、ステップS51にもどり、次の1画素分の画像データを取り込む。

[0049] 以上の、ステップS51からステップS59までの一連の動作は、部分フレームメモリ210に画像データを1画素分入力する毎に実行される。たとえば、フレーム周波数が30 Hz、目画像が640×480画素で構成されている場合、 $1/(30 \times 640 \times 480)$ 秒以下の時間で、上記の一連の動作が実行される。そして、部分フレームメモリ210に1画素入力されると、積分円は画像上で1画素分移動するので、1フレームの画像を入力する間に、積分円が画像上を1回走査することになる。このようにして、比較的小規模な回路を用いて、撮像部120で撮像された画像データに対して、リアルタイムで瞳孔検出することができる。

[0050] なお、上記の実施例においては、差分値 $\Delta I_i$ と差分閾値 $\Delta I_{th}$ とを比較し、差分値 $\Delta I_i$ が、差分閾値 $\Delta I_{th}$ よりも大きくなった時点で、瞳孔が検出されたものとみなした。そして、その場合の積分円の半径および中心座標を、それぞれ瞳孔の半径および瞳孔の中心座標とした。しかし、真の瞳孔位置以外の位置で、偶発的に差分値 $\Delta I_i$ が差分閾値 $\Delta I_{th}$ よりも大きくなる可能性を考慮してもよい。差分閾値 $\Delta I_{th}$ よりも大きい差分値 $\Delta I_i$ が、複数存在した場合、最も大きい差分値に対応する積分円の半径および中心座標を、それぞれ瞳孔の半径および瞳孔の中心座標とする構成にしてもよい。この構成により、瞳孔検出装置の誤動作を防ぎ、瞳孔検出精度を上げることができる。

[0051] また、本実施例においては、同心円状の積分円の数を20、1つの積分円から引出す画像データの数を8個としたが、これらの数は、検出精度、処理時間、回路規模等との兼ね合いで決定することが望ましい。

[0052] 本発明によれば、高速に、かつ精度よく、瞳孔位置の検出が可能な瞳孔検出装置および虹彩認証装置を提供することができる。

#### 産業上の利用可能性

[0053] 本発明は、高速に、かつ精度よく、瞳孔位置の検出が可能な瞳孔検出装置を提供

することができるので、個人認証等に用いられる虹彩認証装置等として有用である。

### 請求の範囲

- [1] 複数の円をそれぞれ積分円として目画像上に設定し、前記積分円の円周上に位置する目画像の画像データを抽出する画像データ抽出部と、  
前記画像データ抽出部が抽出した画像データを積分円のそれぞれの円周に沿って積分する周回積分部と、  
前記周回積分部の積分値が積分円の半径に対してステップ状に変化したことを検出する瞳孔半径検出部と、  
前記瞳孔半径検出部が前記ステップ状の変化を検出した場合に、その積分円の中心座標を瞳孔位置座標として検出する瞳孔位置検出部とを備え、  
前記複数の円は同心円状に設定され、  
前記画像データ抽出部は複数個の画像データを同時に抽出する瞳孔検出装置。
- [2] 前記瞳孔半径検出部は、同心円状の複数の積分円のうち、半径の最も近い2つの積分円の積分値の差分値が所定の閾値より大きい場合に、積分値が積分円の半径に対してステップ状に変化したとみなす請求項1に記載の瞳孔検出装置。
- [3] 前記所定の閾値は、積分円が虹彩上にある場合の積分値と積分円が瞳孔上にある場合の積分値との差の $1/4$ 倍～1倍の範囲に設定されている請求項2に記載の瞳孔検出装置。
- [4] 前記画像データ抽出部は、ファーストインーファーストアウト(FIFO)型のラインメモリを複数本つなぎ合わせた部分フレームメモリであって、同心円状の複数の積分円のそれぞれの円周上の画素に対応する画像データを引出すための引出し線を設けた部分フレームメモリを備えた請求項1に記載の瞳孔検出装置。
- [5] 積分円の中心座標を示すポインタ部を備え、  
前記ポインタ部は、前記部分フレームメモリへ画像データを取り込む周期と同期したクロックをカウントするカウンタを備えた請求項4に記載の瞳孔検出装置。
- [6] 前記周回積分部は、前記画像データ抽出部が抽出した画像データを積分円のそれぞれの円周に沿って加算する複数の加算器を有する請求項1に記載の瞳孔検出装置。
- [7] 前記瞳孔半径検出部は、同心円状の複数の積分円のうち、半径の最も近い2つの積



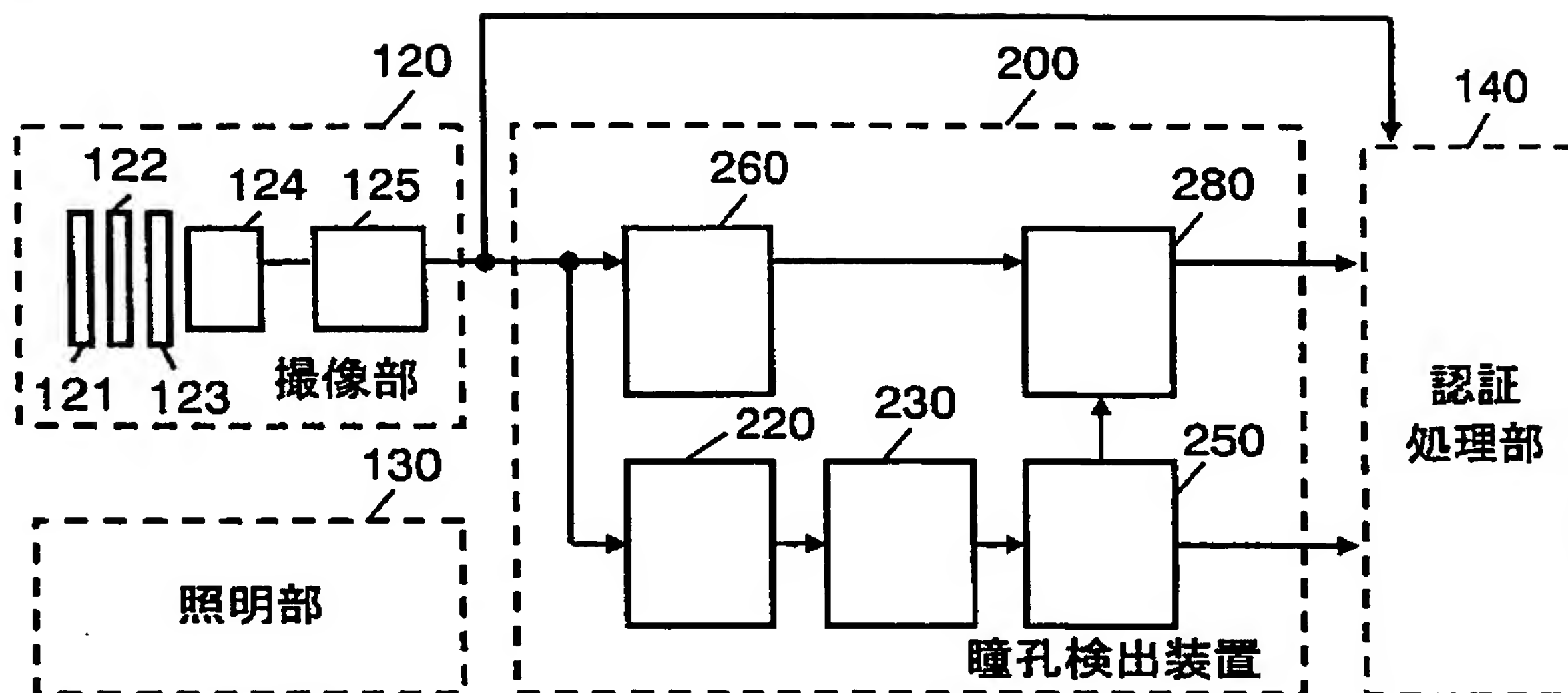
分円の積分値の差分値を計算する差分器と、  
前記差分器から出力される差分値と前記所定の閾値とを比較する比較器と、  
前記差分値が前記所定の閾値より大きい場合の積分円の半径を瞳孔半径として保持するレジスタと、  
を備えた請求項2に記載の瞳孔検出装置。

- [8] 前記瞳孔位置検出部は、前記瞳孔半径検出部が積分円の半径を瞳孔半径として検出したとき、その積分円の中心座標を示す前記ポイント部のカウンタ出力を瞳孔位置座標として保持するレジスタを備えた請求項5に記載の瞳孔検出装置。
- [9] 請求項1から請求項8までのいずれかに記載の瞳孔検出装置を備えた虹彩認証装置。

## 要 約 書

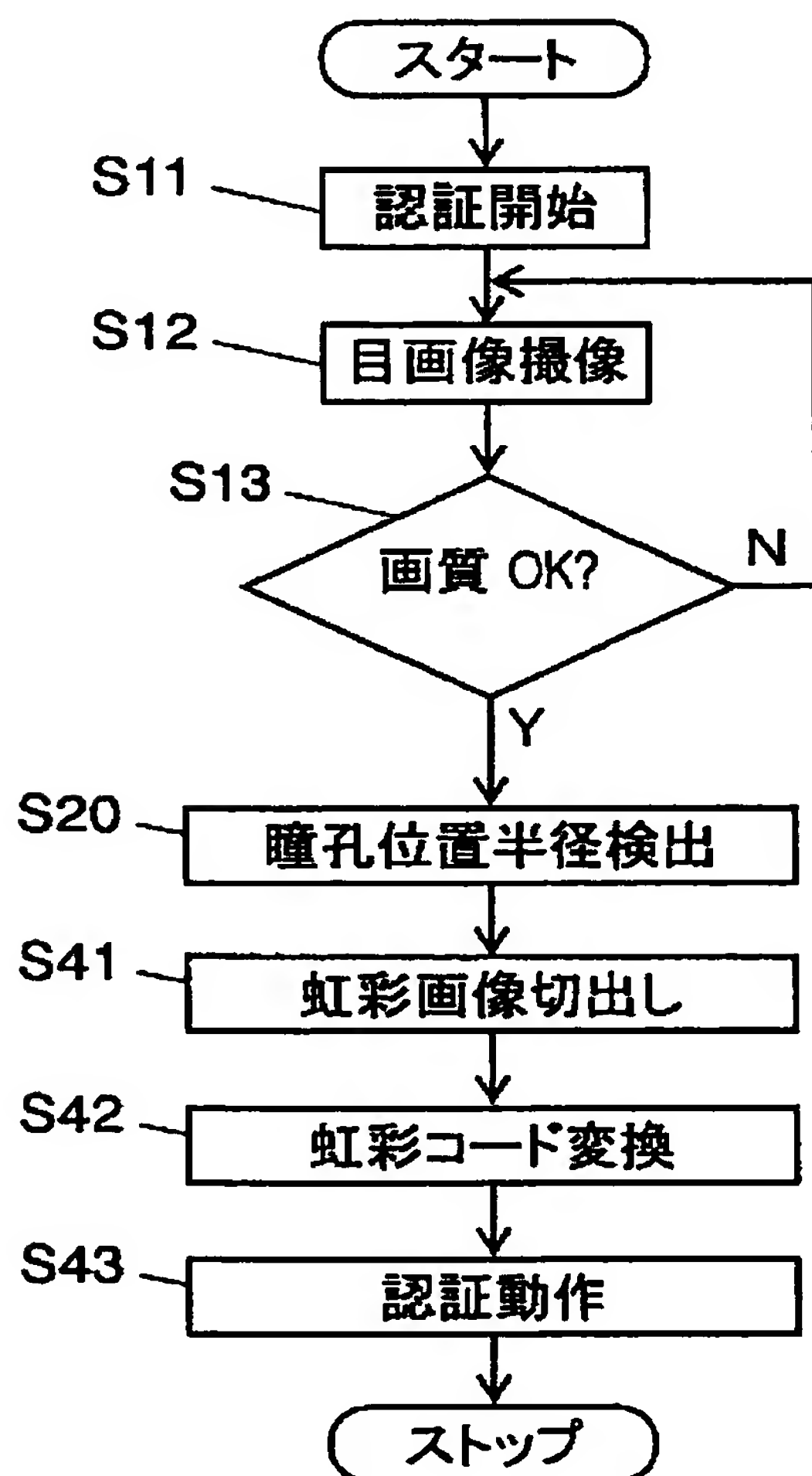
同心円状の複数の円をそれぞれ積分円として目画像上に設定し積分円の円周上に位置する目画像の画像データを抽出する画像データ抽出部(220)と、積分円の中心座標を示すポイント部(260)と、画像データ抽出部(220)が抽出した画像データを積分円のそれぞれの円周に沿って積分する周回積分部(230)と、積分円の積分値が積分円の半径に対してステップ状に変化したことを検出する瞳孔半径検出部(250)と、積分円の積分値が積分円の半径に対してステップ状に変化した場合にその積分円の中心座標を瞳孔位置座標として検出する瞳孔位置検出部(280)とを備え、画像データ抽出部(220)は複数個の画像データを同時に抽出する。

[圖1]

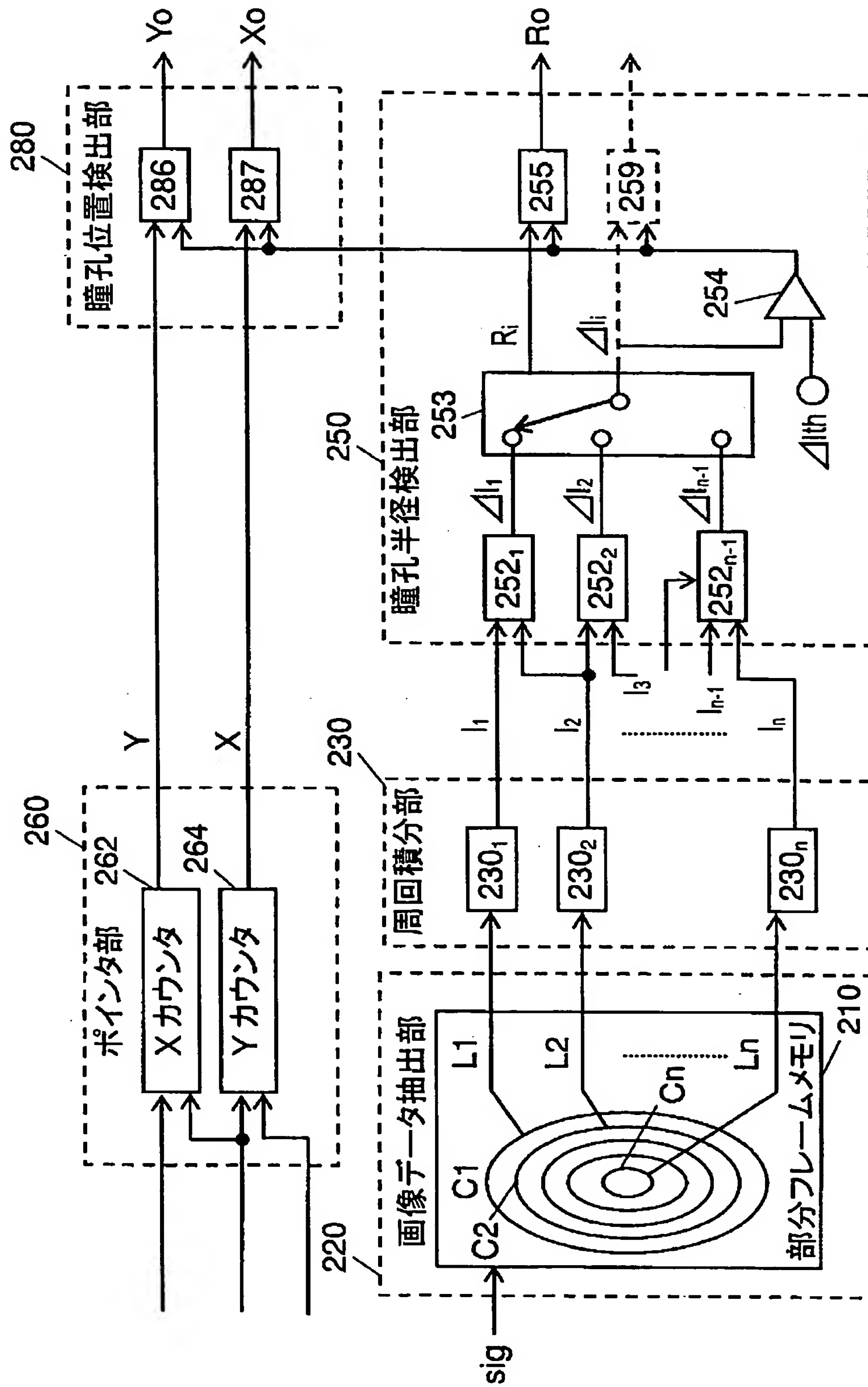


100

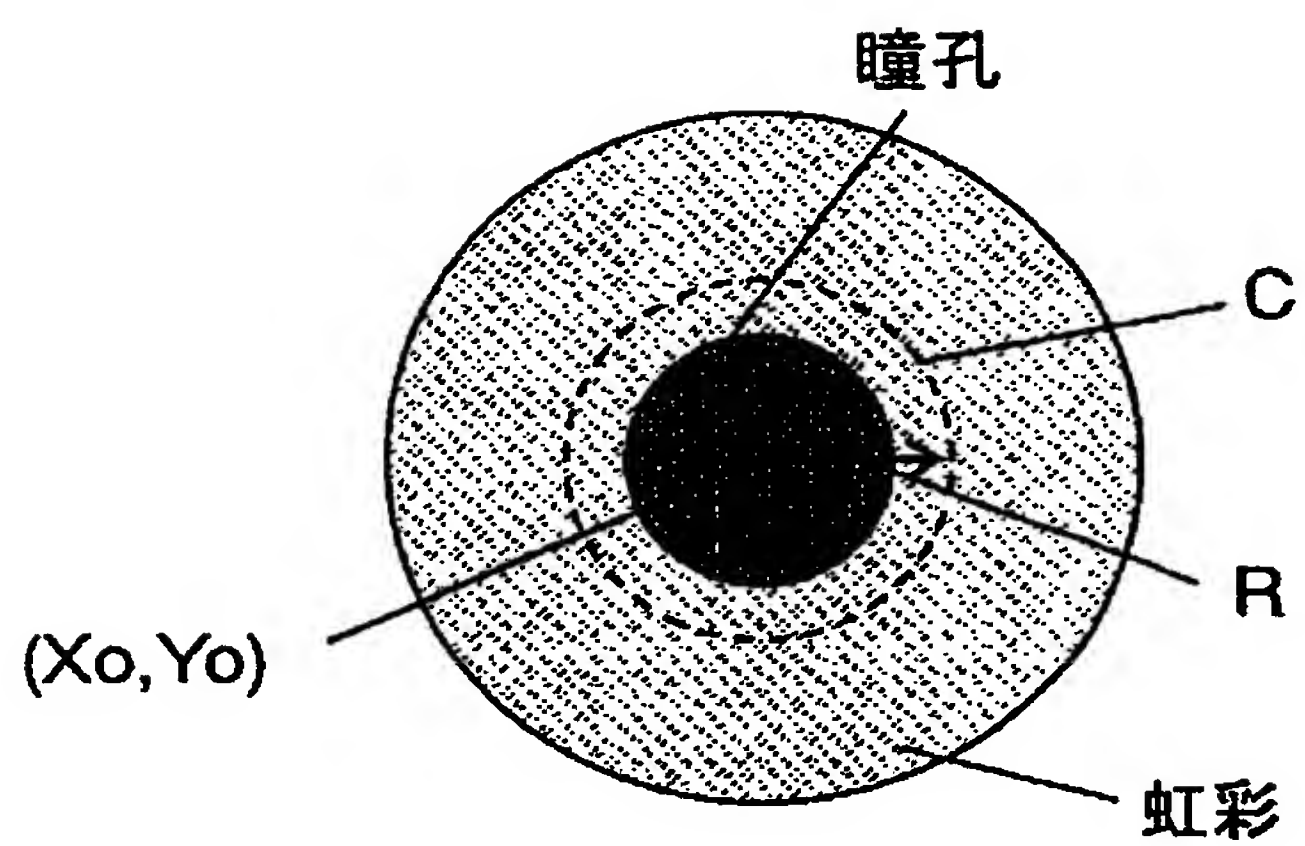
[図2]



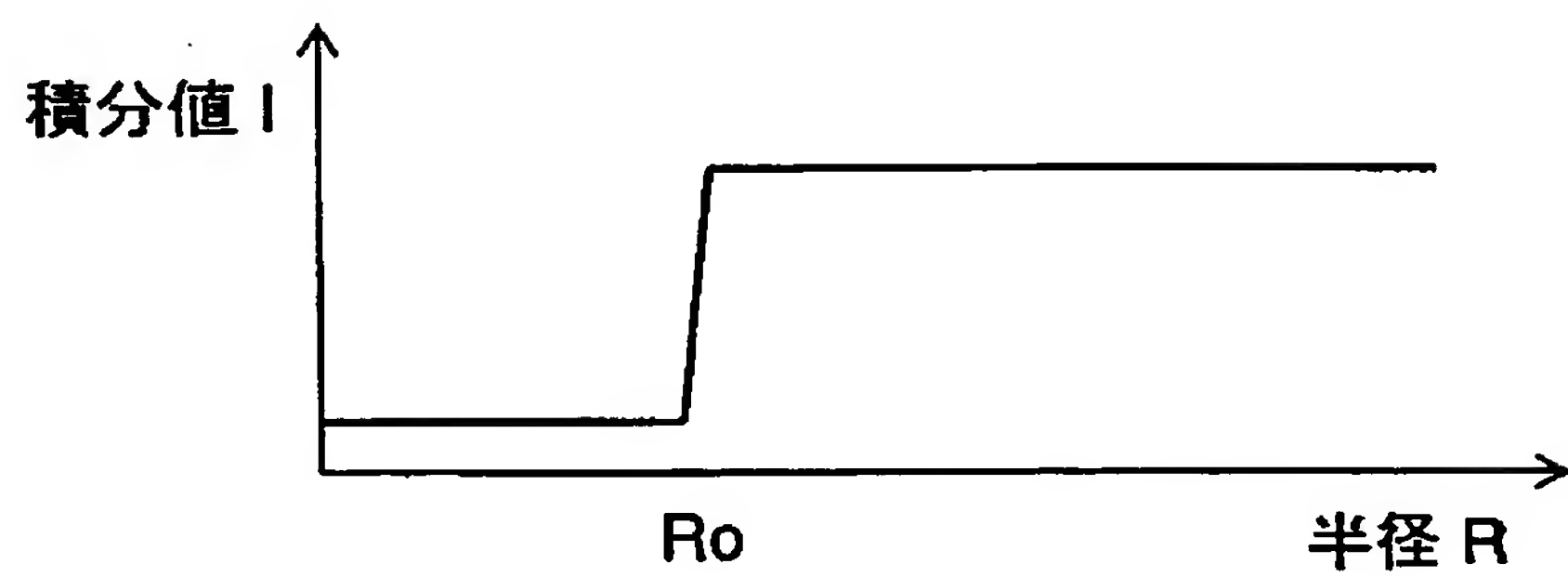
[図4]



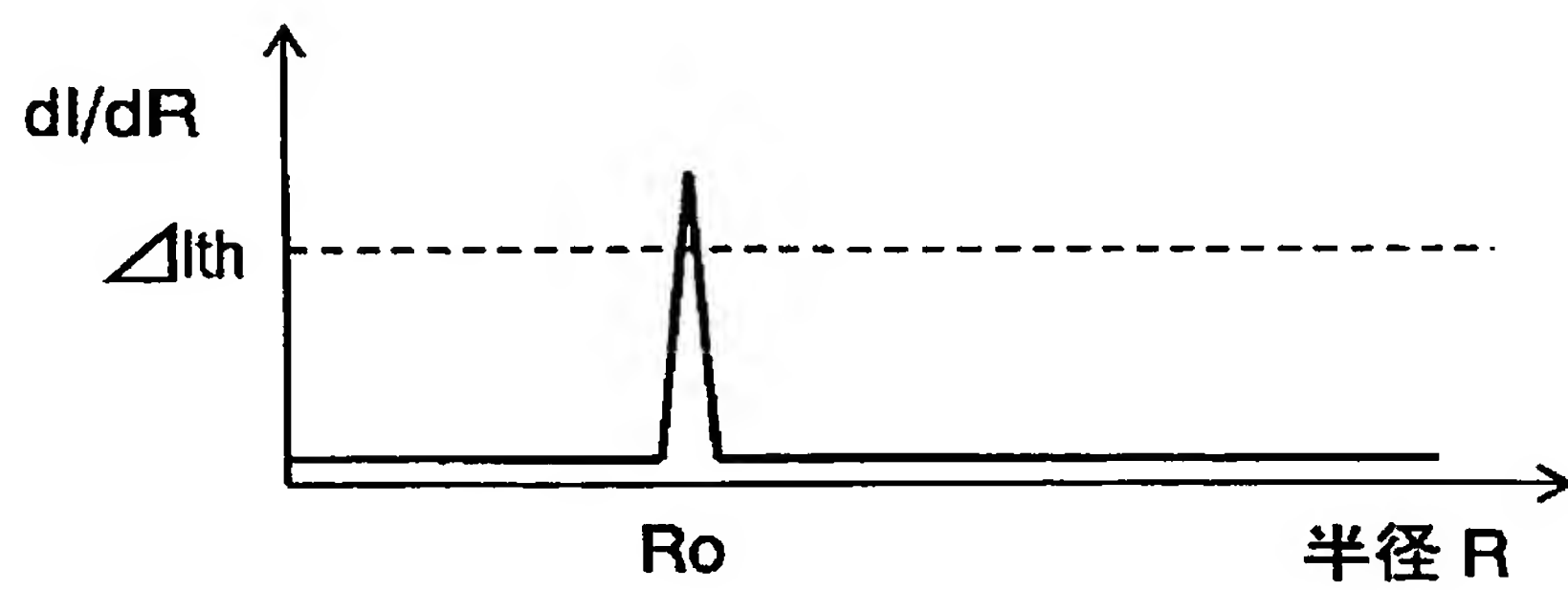
[図3A]



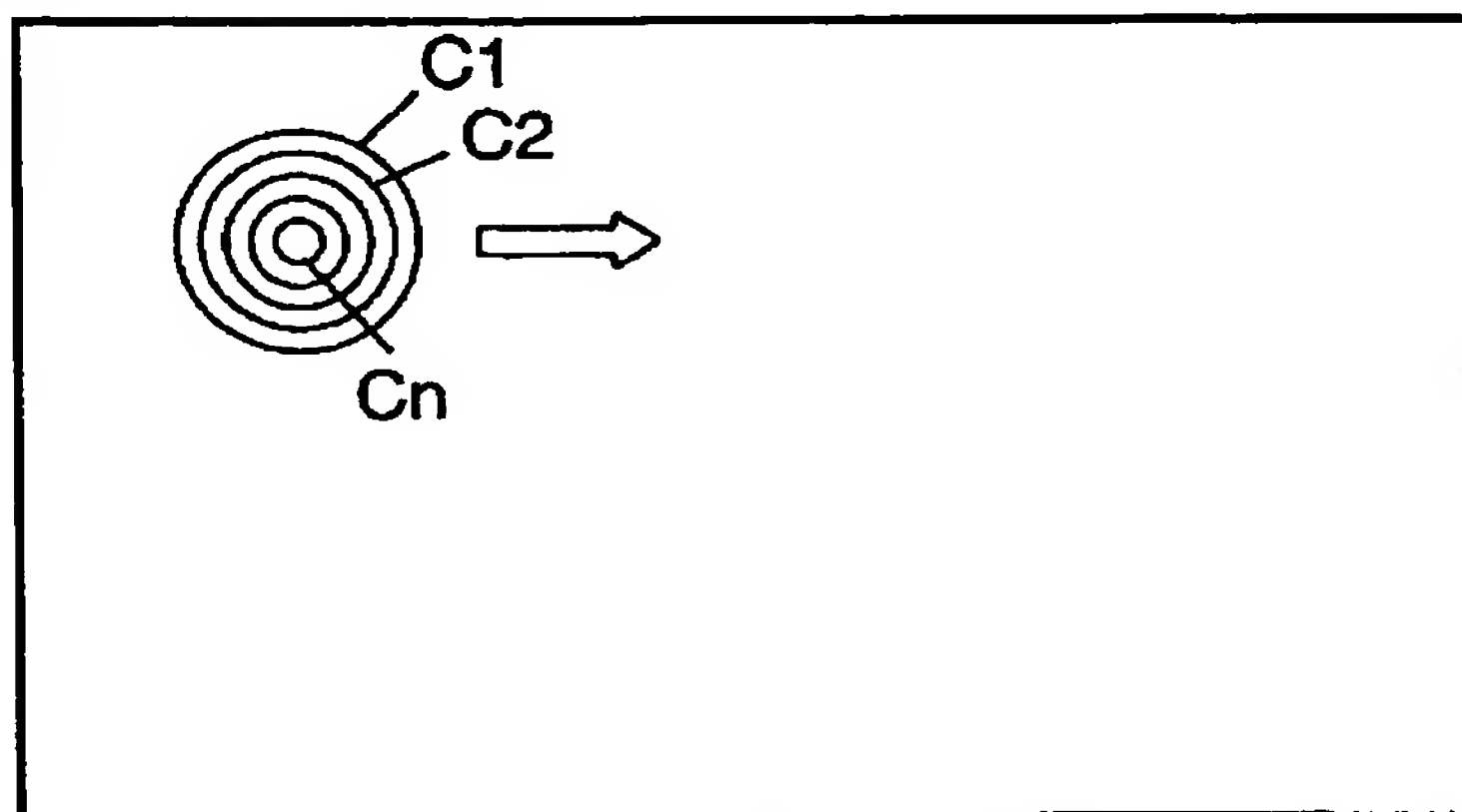
[図3B]



[図3C]

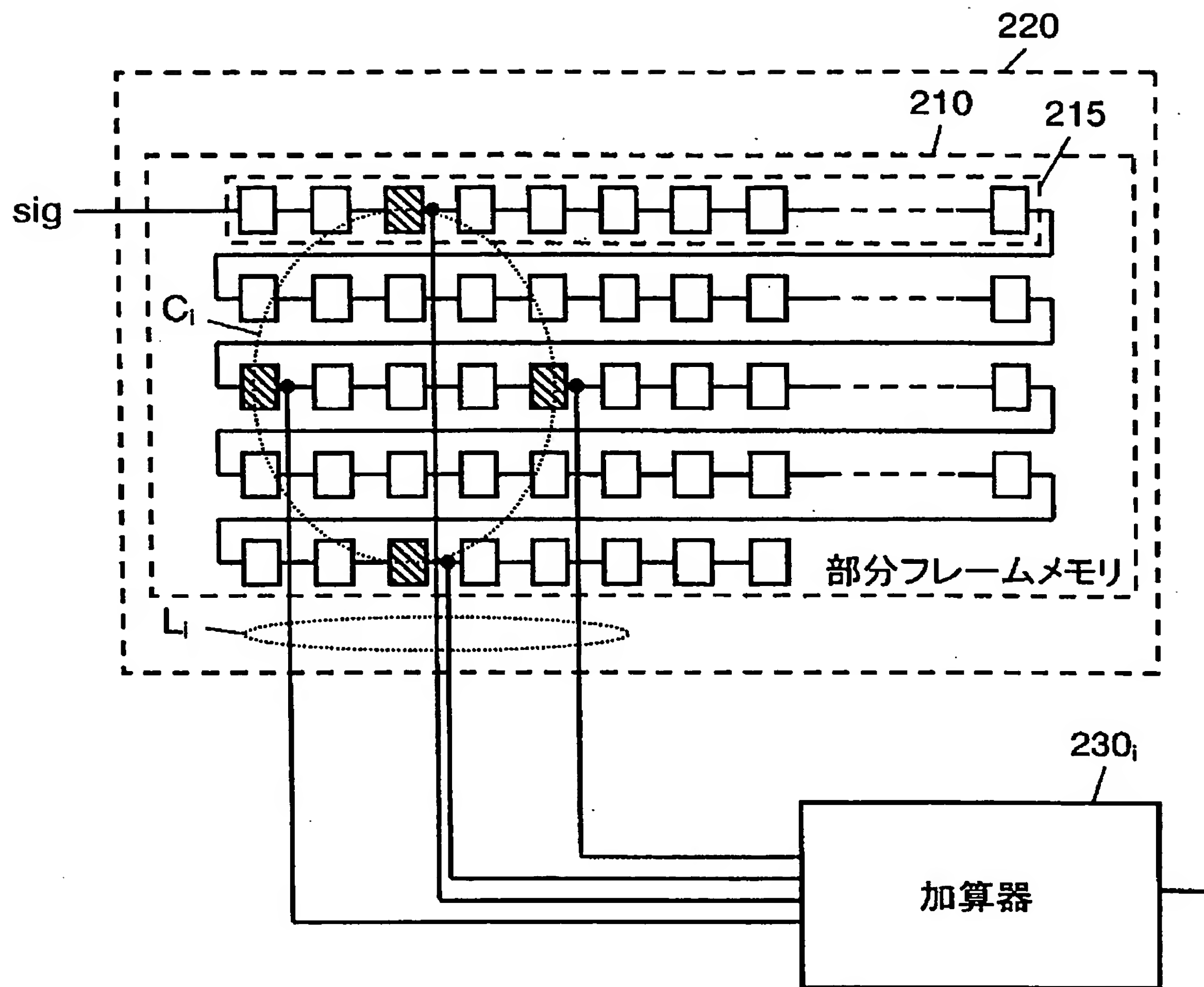


[図3D]





[図5]



[図6]

